

Cristina Sousa Rocha | cristina.rocha@Ineg.pt

Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Eficiência Energética

## RESUMO

A indústria cerâmica tem feito, nas últimas décadas, assinaláveis melhorias no desempenho ambiental em geral, e na redução do consumo de energia em particular, na fase de produção. Pretendeu-se aqui explorar o contributo do ecodesign para os objetivos de aumento da eficiência energética, não só na fabricação, mas também noutras fases do ciclo de vida, especialmente dos produtos cerâmicos de construção, cujo papel no comportamento energético dos edifícios é bastante importante. Ao atuar a nível do design, surgem oportunidades de diferenciação e inovação dos produtos que são cruciais para a competitividade de um sector em crise, apesar da sua longa tradição em Portugal. O projeto InEDIC - Inovação e Ecodesign na Indústria Cerâmica teve como principal objetivo desenvolver materiais didáticos e ferramentas de ecodesign para o sector, testados através de projetos de demonstração em empresas e amplamente disseminados junto das comunidades empresariais e académicas. Neste contexto, foram desenvolvidas estratégias e medidas de ecodesign que aqui se apresentam, com um enfoque nas que se relacionam com a eficiência energética. Tais propostas são ilustradas através de diversos exemplos, alguns já disponíveis no mercado, outros ainda de carácter experimental. O artigo termina com um conjunto de reflexões sobre o papel dos designers neste contexto e o potencial de melhorias ambientais e energéticas associadas ao ecodesign na cerâmica, uma prática ainda incipiente no sector, e abre perspectivas para futuros desenvolvimentos.

## 1 - INTRODUÇÃO

A intensidade energética nacional, indicador que relaciona o consumo energético com o produto interno bruto, encontra-se há décadas significativamente acima da média da União Europeia, embora entre 2005 e 2009 se tenha verificado, consistentemente, um decréscimo no seu valor. Em 2009 a intensidade energética nacional era de 186,50 kgep<sup>1</sup>/1000 euros, contra uma média europeia (27 países) de 165,20 kgep/1000 euros e um valor de 160,98 kgep/1000 euros na zona Euro (17 países).

Para que Portugal alcance os objetivos fixados no âmbito da Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do

Conselho, de 5 de abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos<sup>2</sup>, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 aprovou o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), documento agregador de um conjunto de programas e medidas fundamentais, cujo horizonte temporal é 2015. Recentemente, o PNAEE foi revisto no sentido de projetar novas ações e metas para 2016, integrando as preocupações relativas à redução de energia primária para o horizonte de 2020. O programa abrange quatro áreas específicas, objeto de orientações de cariz predominantemente tecnológico:

- Transportes;
- Residencial e serviços;
- Indústria;
- Estado.

A área da indústria é abrangida pelo Sistema de Eficiência Energética na Indústria, que inclui um regulamento denominado Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, SGCIE, (Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de abril), que alarga o âmbito de aplicação do anterior Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia a um maior número de empresas e instalações. O SGCIE aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia com consumos superiores a 500 tep/ano<sup>3</sup>, em que se inclui a maioria da indústria cerâmica<sup>4</sup>.

Em Portugal, os subsectores da cerâmica mais relevantes são os seguintes (dados da APICER e SPI, 2009, relativos ao ano de 2007):

- Cerâmica utilitária e decorativa: faiança, grés e porcelana, com 405 empresas e um volume de negócio de 318 milhões de euros;
- Cerâmica de construção estrutural: telha, tijolo, abobadilha e produtos de grés para construção, com 147 empresas e um volume de negócio de 205 milhões de Euros;
- Cerâmica de construção de acabamento: pavimento, revestimento (com 79 empresas e 380 milhões de euros de volume de negócios) e sanitário (22 empresas e 278 milhões de euros de volume de negócios);
- Cerâmica técnica: refratário e eletrotécnico (50 empresas e um volume de negócios de 44,3 milhões de euros).

<sup>1</sup> Kgep: quilograma equivalente de petróleo

<sup>2</sup> A referida Diretiva estabelece como objetivo obter uma economia anual de energia de 1% até 2016, tomando como referência a média de consumos de energia final no período 2001-2005.

<sup>3</sup> tep: tonelada equivalente de petróleo

<sup>4</sup> No subsector da cerâmica utilitária e decorativa existem algumas instalações cujo consumo anual de energia é inferior a 500 tep.

De acordo com o estudo da APICER e SPI (2009), apesar do crescente desempenho na qualidade e capacidade do desenvolvimento de novos produtos, o sector cerâmico em Portugal encara dificuldades devido a:

- Competição dos produtores asiáticos ao nível do preço;
- Legislação ambiental cada vez mais restritiva;
- Falta de reconhecimento das marcas portuguesas nos mercados externos;
- Falta de flexibilidade por parte das empresas, que têm dificuldades em fornecer poucas quantidades de produto (pequenas séries).

Devido a exigências legais, as empresas cerâmicas têm feito assinaláveis progressos no domínio do consumo de energia e na redução das emissões de CO<sub>2</sub>, através de medidas de eficiência energética e substituição de combustíveis. De acordo com Serrano et al., 2009, a maior quantidade de energia consumida em todos os subsectores é a térmica, nas fases de atomização (processo de secagem usado na produção de pó para fabricação de pavimento, revestimento e louça), secagem (eliminação gradual de parte da água contida na pasta após a conformação das peças, preparando-as para a cozedura) e cozedura (de peças secas, já vidradas ou decoradas).

As escolhas da fonte de energia, da técnica de cozedura e do método de recuperação de calor são essenciais para as emissões de CO<sub>2</sub> e a eficiência energética do processo de produção da cerâmica. As principais técnicas para redução do uso de energia, que se podem aplicar individualmente ou em combinação, são as seguintes, de acordo com o Documento de Referência das Melhores Técnicas Disponíveis na Indústria Cerâmica (CE, 2006):

- Melhoria da conceção dos fornos e secadores;
- Recuperação de calor dos fornos;
- Cogeração e produção combinada de calor e eletricidade;
- Substituição de fuelóleo pesado e combustíveis sólidos por combustíveis com baixos níveis de emissões;
- Modificação dos corpos cerâmicos.

O documento de referência não explora outras oportunidades de aumento da eficiência energética ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos cerâmicos. Do ponto de vista do consumo de energia direto, faz efetivamente sentido uma atuação centrada nessa fase do ciclo de vida, uma vez que os produtos cerâmicos são passivos, isto é, não necessitam de energia para serem utilizados. Mas nem por isso deixam de ter implicações na eficiência energética na fase de utilização, e isto está bem patente na cerâmica de construção: o tijolo, por exemplo, influencia significativamente o desempenho energético dos edifícios, e portanto o seu design tem o potencial de introduzir melhorias significativas num sector prioritário na política de eficiência energética nacional e europeia.

## 2 - ECODESIGN NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Os produtos são concebidos por causa das suas funções. Fazer o design de um produto é conceber o seu uso e encontrar a forma geométrica e físico-química (na terminologia de Roozenburg e Eekels, 1995) adequada para o produto e seus componentes, de forma a que a função ou funções pretendidas sejam cumpridas (van Boeijen e Daalhuizen, 2010). O design de produtos extravasa, portanto, as questões meramente estéticas e inclui aspetos como a escolha de materiais, a possibilidade de ser fabricado, o custo, a funcionalidade, a segurança, etc.

O ecodesign, entendido como a integração de critérios ambientais no design e desenvolvimento de produtos com o objetivo de melhorar o seu perfil ambiental ao longo do ciclo de vida, é um conceito emergente em Portugal e existe uma falta de conhecimento que suporte a integração sistemática de considerações ambientais no design de produtos em geral, e em particular dos cerâmicos (Rocha et al., 2010). Apesar da sua importância económica, a indústria cerâmica está a sofrer os efeitos do abrandamento da economia europeia e da concorrência de produtos provenientes de países onde as normas ambientais e sociais são menos exigentes e deficientemente aplicadas. O sector cerâmico necessita de produtos competitivos para sobreviver no mercado e a aplicação do ecodesign suscita boas oportunidades para a inovação e a diferenciação, para além dos benefícios ambientais e das poupanças que acarreta.

O principal objetivo do projeto InEDIC - Inovação e Ecodesign na Indústria Cerâmica (2009-2011) foi o desenvolvimento de materiais de formação na área do ecodesign direcionados para o sector cerâmico, testados em ambiente empresarial, de modo a fornecer aos designers, entidades de formação e educação e também às empresas, recursos formativos e ferramentas que possibilitem a integração e aplicação desta estratégia de sustentabilidade no desenvolvimento dos seus produtos. Este projeto foi financiado pelo programa comunitário Aprendizagem ao Longo da Vida, subprograma Leonardo da Vinci, com um consócio de 18 parceiros de Portugal, Espanha e Grécia ([www.inedic.net](http://www.inedic.net)).

Durante o processo de design e desenvolvimento dos produtos e serviços, o potencial de prevenção dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida é máximo. Além disso, as organizações reconhecem que existem outros benefícios substanciais neste processo de integração de considerações na fase de design, que incluem a redução de custos, o encorajamento à inovação, novas oportunidades de negócio e melhoria da qualidade do produto. Neste artigo explorar-se-ão as opções de design relacionadas com a eficiência energética; no entanto, com o projeto InEDIC foram identificadas e estão a ser estudadas oportunidades de melhoria associadas a outras estratégias de ecodesign.

### 2.1 - ESTRATÉGIAS DE ECODESIGN APLICADAS À CERÂMICA

No início de um processo de ecodesign realiza-se geralmente uma avaliação ambiental do produto de referência (no caso de um projeto de redesign) ou da situação ou cenário de utilização de referência (no caso de se estar a desenvolver um produto totalmente novo), com o objetivo de identificar os aspetos e impactos ambien-

**QUADRO 1 - ESTRATÉGIAS DE ECODESIGN E AS RESPECTIVAS MEDIDAS OU CRITÉRIOS, ADAPTADOS AO SECTOR CERÂMICO. FONTE: MANUAL DE ECODESIGN INEDIC (WWW.INEDIC.NET).**

Estratégias de ecodesign	Critérios ou medidas
@. Desenvolvimento de novos conceitos	<p>Critério @.1: Necessidades e expectativas do consumidor/integração de funções</p> <p>Critério @.2: Desmaterialização: de produtos para serviços</p> <p>Critério @.3: Sistema de produto</p>
1. Seleção de materiais de menor impacto	<p>Critério 1.1: Evitar substâncias perigosas nos processos de vidragem e decoração</p> <p>Critério 1.2: Evitar outras substâncias perigosas no produto</p> <p>Critério 1.3: Uso de recursos suficientemente disponíveis</p> <p>Critério 1.4: Uso de recursos renováveis</p>
2. Redução da utilização de materiais	<p>Critério 2.1: Otimização da forma, dimensões e/ou peso do produto</p> <p>Critério 2.2: Recursos em cascata</p> <p>Critério 2.3: Qualidade adequada das matérias-primas</p> <p>Critério 2.4: Redução de vidrados</p> <p>Critério 2.5: Redução do uso de moldes de gesso</p> <p>Critério 2.6: Utilização de materiais reciclados internamente</p> <p>Critério 2.7: Utilização de materiais reciclados provenientes do exterior</p> <p>Critério 2.8: Utilização de materiais recicláveis</p>
3. Redução do impacto ambiental na fase de produção	<p>Critério 3.1: Redução do consumo de energia</p> <p>Critério 3.2: Redução de emissões para a atmosfera</p> <p>Critério 3.3: Valorização dos resíduos da produção</p> <p>Critério 3.4: Prevenção de resíduos</p>
4. Promoção da embalagem e logística ambientalmente adequadas	<p>Critério 4.1: Evitar ou minimizar embalagem</p> <p>Critério 4.2: Sistema de embalagem retornável</p> <p>Critério 4.3: Sistema de embalagem reutilizável</p> <p>Critério 4.4: Evitar o uso de substâncias perigosas</p> <p>Critério 4.5: Utilização de materiais recicláveis</p> <p>Critério 4.6: Utilização de materiais reciclados</p> <p>Critério 4.7: Utilização de materiais biodegradáveis</p> <p>Critério 4.8: Otimização do transporte</p>
5. Redução do impacto ambiental na fase de utilização	<p>Critério 5.1: Reduzir o consumo indireto de energia</p> <p>Critério 5.2: Reduzir o consumo indireto de água</p> <p>Critério 5.3: Reduzir o impacto ambiental da limpeza e lavagem</p>
6. Aumento da durabilidade dos produtos	<p>Critério 6.1: Reduzir o desgaste</p> <p>Critério 6.2: Facilitar a substituição de peças cerâmicas</p> <p>Critério 6.3: Utilização de sistemas modulares</p> <p>Critério 6.4: Design intemporal</p> <p>Critério 6.5: Forte relação produto-utilizador</p>
7. Otimização do sistema de fim de vida	<p>Critério 7.1: Escolha e variedade de materiais para facilitar a reciclagem</p> <p>Critério 7.2: Facilidade de desmontagem</p> <p>Critério 7.3: Marcação de materiais para reciclagem</p>

tais mais importantes ao longo do ciclo de vida. Com este estudo, algumas ideias de melhoria podem surgir espontaneamente. No entanto, o processo de geração de ideias seria incompleto se apenas se baseasse nos resultados da avaliação ambiental. Para o desenvolvimento de soluções de design que potencialmente permitam a redução dos impactos ambientais, é necessário repensar o produto e sua função como um todo.

Para este efeito, têm sido desenvolvidas "estratégias" ou "princípios" de ecodesign e, apesar de existem diferentes categorizações (ver, por exemplo, Brezet e Van Hemel, 1997; Tischner et al., 2000; Frazão et al., 2006), oito estratégias geralmente aceites são as seguintes:

@. Desenvolvimento de novos conceitos

1. Seleção de materiais de menor impacto
2. Redução da utilização de materiais
3. Redução do impacto ambiental na fase de produção
4. Promoção da embalagem e logística ambientalmente adequadas
5. Redução do impacto ambiental na fase de utilização
6. Aumento da durabilidade dos produtos
7. Otimização do sistema de fim de vida

Estas estratégias genéricas são desagregadas em critérios<sup>5</sup> ou medidas de ecodesign. No âmbito do projeto InEDIC, tais critérios e medidas foram desenvolvidos tendo em conta as características dos produtos cerâmicos (quadro 1).

Todas as estratégias aqui apresentadas têm o potencial de contribuir para a eficiência energética dos produtos. De acordo com a Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energético, eficiência energética é "o rácio entre o resultado em termos do desempenho e dos serviços, bens ou energia gerados e a energia utilizada para o efeito". Esta definição é bastante abrangente ao relacionar a energia utilizada com um resultado. Neste sentido, o aumento da durabilidade dos produtos cerâmicos, por exemplo, poderá significar que se obtém um dado resultado (por exemplo, conter líquidos) com uma menor taxa de substituição dos produtos e, logo, menor necessidade de extração de matérias-primas, menos produção, transporte, embalagem e gestão de resíduos em fim de vida, com as poupanças energéticas relacionadas. Tomando outro exemplo, a estratégia "utilização de materiais de menor impacto" poderá incluir um critério de preferência por materiais com menor energia incorporada, isto é, cuja extração, processamento e utilização no produto requer menores quantidades de energia.

Na secção seguinte apresentam-se, contudo, as estratégias e critérios mais diretamente relacionados com a eficiência energética dos produtos cerâmicos nas fases de produção e utilização, incluindo o desenvolvimento de conceitos inovadores, sempre que possível ilustrados com exemplos de aplicação.

### 3 - DESIGN DE PRODUTOS CERÂMICOS ORIENTADO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Numa pesquisa bibliográfica sobre design para a eficiência energética encontram-se inúmeros exemplos nos domínios da construção e arquitetura e dos produtos que requerem energia na utilização (sobretudo equipamento informático e audiovisual e eletrodomésticos, bem como motores e equipamentos industriais). Para o caso concreto da indústria cerâmica, uma das poucas referências disponíveis data de 1999 e apresenta uma lista de verificação com seis fatores de avaliação: conceito de produto, composição dos materiais, durabilidade, reciclabilidade, embalagem e avaliação do ciclo de vida, aplicada a revestimentos e a louças sanitárias (Takada et al., 1999).

As medidas de ecodesign aqui propostas resultam do trabalho de investigação realizado no âmbito do projeto InEDIC e de toda a troca de informação com especialistas e empresas cerâmicas que este propiciou.

#### 3.1 - REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA PRODUÇÃO

##### 3.1.1 - ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO DA PASTA

Entre as alterações na composição da pasta destinadas a reduzir os tempos de secagem e cozedura e, dessa forma, estimular a utilização de fornos de cozedura rápida com menor capacidade, encontram-se (CE, 2006):

- Os aditivos formadores de poros, usados para reduzir a condutividade térmica dos blocos de argilas, conduzindo igualmente a uma menor quantidade de energia necessária para a cozedura;
- A redução da quantidade de água de mistura através a utilização de determinados aditivos, permitindo poupar energia na secagem e obter uma plasticidade da pasta igual ou até mesmo superior;
- A mistura de auxiliares de sinterização (fundentes), tais como os alcalino-terrosos e os bastante alcalinos, e os agentes de formação de vidro, que permitem reduzir significativamente a temperatura de cozedura (até 223°C) e o tempo de residência. Estes aditivos não podem ser usados em todos os produtos cerâmicos, pelo que se recomenda a realização de testes prévios para garantir a qualidade do produto final.

É de salientar que a adoção destas medidas pode ter efeitos negativos a nível de outros aspetos ambientais: por exemplo, a utilização de agentes orgânicos formadores de poros pode resultar no aumento das emissões de compostos orgânicos voláteis para a atmosfera, pelo que há que ponderar todos os efeitos no processo de tomada de decisão.

##### 3.1.2 - OTIMIZAÇÃO DA FORMA, DIMENSÕES E/OU PESO DO PRODUTO

No quadro 1, esta medida encontra-se associada à estratégia de redução de consumo de materiais; no entanto, pode condu-

<sup>5</sup> Esta listagem pode ter uma dupla função: dar pistas de melhorias à equipa de ecodesign (medidas de ecodesign) e funcionar como base para a avaliação do produto de referência (critérios de avaliação qualitativa do seu perfil ambiental) segundo uma metodologia proposta por Behrendt e Jasch, 1997.



zir igualmente a menores tempos de cozedura e secagem. Alguns exemplos, cuja viabilidade técnica e cumprimento de todos os critérios desejados para o produto deverão contudo ser sempre assegurados, são (CE, 2006; Manual de Ecodesign InEDIC, em fase de conclusão):

- Peças com paredes mais finas e ladrilhos mais finos;
- Peças de menores dimensões, ou seja, evitar o sobredimensionamento;
- Peças mais leves, como por exemplo tijolos multi-perfurados.

Uma outra vantagem associada a esta categoria de medidas reside na otimização do transporte, com consequentes vantagens a nível de consumo de combustíveis e emissões para a atmosfera por unidade de produto.

A Revigrés tem no seu catálogo um produto premiado, o ladrilho Light<sup>6</sup>, cuja espessura é significativamente inferior à dos ladrilhos convencionais (figura 1). No formato 60x120 cm a redução foi de cerca de 11,5 mm para 6 mm, enquanto que nos restantes de cerca de 9,8 mm para 6 mm. Segundo comunicação informal da empresa, esta redução permitiu uma poupança energética total no processo de 35 a 45%.



Figura 1 - Ladrilho Light, da Revigrés  
Fonte: [www.revigrés.pt](http://www.revigrés.pt)

Finalmente, são de evitar formas complexas, ângulos retos e alterações de espessura nas paredes da peça, uma vez que propiciam o aparecimento de fissuras e quebras na produção, e, consequentemente, perdas de eficiência (também energética). Na figura 2 apresenta-se um exemplo de uma peça desenvolvida por uma designer brasileira que, utilizando matéria-prima local (barro vermelho de Campo Largo, Curitiba), demonstrou ser possível produzir peças finas com a qualidade e resistência mecânica e a percentagem de absorção de água da porcelana.

Para este efeito foi analisada a matéria-prima e estudada uma formulação adequada, adicionando sílica moída para melhorar o processo de secagem e controlar a percentagem de contração da peça. A forma foi cuidadosamente estudada para que as peças não empenassem, pois as tensões durante a secagem compensam-se e anulam-se em parte.



Figura 2 - Peça em barro vermelho da designer Dulce Fernandes.  
Cortesia de Cencal

### 3.1.3 - APLICAÇÃO CRITERIOSA DE VIDRADOS E ELEMENTOS DECORATIVOS

A vidragem é a operação que se segue à cozedura da chacota<sup>7</sup>. Um vidrado cerâmico é uma mistura de materiais que, aplicada sobre um corpo cerâmico e submetida a um tratamento térmico a uma temperatura suficientemente elevada, forma uma camada vítrea, muitas vezes brilhante e sem rugosidades, que o impermeabiliza. Hoje em dia aquilo que se designa por vidrados cerâmicos, são substâncias obtidas por moagem de fritas (borosilicatos alcalinos mais ou menos complexos, total ou parcialmente vitrificados, obtidas por fusão) com aditivos.

A cozedura do vidrado realiza-se a temperaturas de 1320 a 1430°C e o tempo de cozedura varia entre 25 e 36 horas nos fornos de túnel e entre 3,5 e 5 horas nos fornos de cozedura rápida (CE, 2006).

A vidragem é, portanto, uma operação que implica um consumo de energia elevado, não só por exigir uma cozedura subsequente, mas também porque a produção das fritas é igualmente intensiva em termos energéticos.

Se a estanquicidade e a textura conferidas pela vidragem são essenciais na maioria dos produtos cerâmicos, por razões de durabilidade e segurança alimentar (no caso de cerâmica de mesa), no caso da cerâmica decorativa os designers podem considerar não vidrar as peças e assim conseguir uma assinalável poupança de energia na produção (e pré-produção).

<sup>6</sup> Prémio Alfa de Oro, 2009 ([www.revigrés.pt](http://www.revigrés.pt)).

<sup>7</sup> Chacota (ou biscoito) é a denominação dada à peça cerâmica que ainda só foi cozida uma vez, ou seja, antes de ser vidrada.

Os processos de decoração<sup>8</sup> subsequentes, se aplicados sobre o vidrado, fundem-se com o produto através de uma cozedura adicional. As medidas de ecodesign destinadas a evitar esta operação incluem:

- Optar por soluções estéticas que evitem a decoração, ou dispensando simplesmente elementos decorativos ou obtendo-os na moldagem (por exemplo, relevos, ver figura 3);
- Optar por tintas sob o vidrado (under-glaze) ou dentro do vidrado (in-glaze), ou por quaisquer outras decorações aplicadas antes da vidragem.



Figura 3 - Exemplo de substituição de um logótipo decalcável por um integrado no molde.  
Cortesia de Porcelanas da Costa Verde, SA

### 3.2 - REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA UTILIZAÇÃO

Tal como se referiu, o grande potencial de eficiência energética dos produtos cerâmicos na fase de utilização relaciona-se com o papel de elementos cerâmicos de construção no comportamento energético dos edifícios.

Uma tendência é a inovação a nível dos tijolos e elementos acessórios de construção de alvenarias, de que o cBloco é um exemplo em Portugal (Dias, 2008). Financiado pelo Programa Operacional Ciência e Inovação 2010, este projeto visou desenvolver elementos cerâmicos estruturais com elevado desempenho térmico, mecânico e acústico, respondendo aos requisitos de normalização e regulamentação aplicáveis, nomeadamente o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, Decreto-Lei 80/2006). A solução desenvolvida (figura 4) apresenta, entre outras, as seguintes vantagens (Dias, 2008):

- Maior resistência mecânica, através da furação vertical dos blocos;
- Melhor isolamento térmico:
  - Os septos são desencontrados, reduzindo as pontes térmicas;

- Os furos, mais pequenos, reduzem a convecção do ar;
- A pasta cerâmica é de baixa densidade, devido ao aumento de porosidade por adição de partículas orgânicas (o que torna o produto mais leve, logo, tem benefícios ambientais no transporte);
- Junta de argamassa descontínua e encaixes macho-fêmea, reduzindo as pontes térmicas.
- Redução da penetração da humidade, devido ao facto de a junta de argamassa ser descontínua.

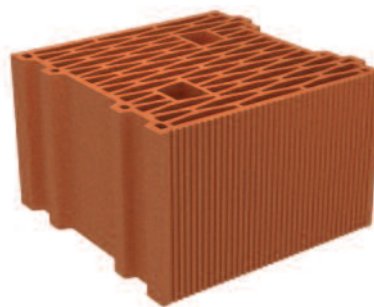


Figura 4 - Tijolo desenvolvido no âmbito do projeto cBloco<sup>9</sup>. Fonte: Dias, 2008.

O resultado foi um produto que cumpre o novo RCCTE em duas zonas climáticas I1 e I2<sup>10</sup>, onde se situa grande parte da construção nacional. Permite uma maior economia de energia, devido ao aumento da capacidade de isolamento térmico comparativamente à parede dupla 11 + 15 e escusando materiais isolantes que normalmente são produzidos a partir de derivados do petróleo (folheto do projeto cBloco, disponível em [www.ctcv.pt](http://www.ctcv.pt)).

### 3.3 - INTEGRAÇÃO DE FUNÇÕES

Diretamente relacionada com a estratégia anterior, a integração de funções relacionadas com a eficiência energética e a produção de energia a partir de fontes renováveis nos produtos cerâmicos de construção abre um mundo de oportunidades de inovação, diferenciação, e competitividade do sector e, evidentemente, de contribuição para a sustentabilidade dos edifícios.

#### 3.3.1 - CLIMATIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS

No caso dos ladrilhos cerâmicos, uma trajetória de inovação tem a ver com a incorporação de materiais “inteligentes”, isto é, que detetam estímulos do ambiente que os rodeia e reagem de forma fiável, reproduzível e, geralmente, reversível. Um exemplo é o ladrilho de controlo de temperatura, cuja estrutura contém um material de mudança de fase microencapsulado (Bremner, sem data). Este tipo de ladrilhos armazena e liberta calor, ajudando a climatizar espaços interiores tanto no Verão como no Inverno, permitindo poupanças energéticas de 16 a 20% (comunicação informal de Fran Raya, Ceracasa, maio de 2011).

<sup>8</sup> Os processos típicos de decoração são a transferência por decalque, a reimpressão, a serigrafia direta, a impressão offset, o revestimento, a filagem, a estampagem, o polvilhamento, a pintura, a vaporização, o stencil e a gravura (CE, 2006).

<sup>9</sup> O projeto cBloco foi desenvolvido pelo Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, a Universidade do Minho e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

<sup>10</sup> De acordo com o RCCTE, o país está dividido em três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e três de verão (V1, V2 e V3). A zona I3 é a que apresenta temperaturas mais baixas no inverno (Decreto-Lei nº 80/2006).

Outro exemplo, já em utilização, são as fachadas ventiladas. Trata-se de um método de revestimento externo dos edifícios que utiliza vários elementos, entre os quais ladrilhos cerâmicos, que formam uma câmara onde o ar aquecido circula em sentido ascendente, promovendo a ventilação e melhorando as condições de temperatura no interior. A instalação deste tipo de fachadas é possível tanto em edifícios novos como em remodelações.

### 3.3.2 - PRODUÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS

A aplicação de um filme fotovoltaico em telhas e ladrilhos é outro caso de integração de novas funções em produtos cerâmicos tradicionais. Embora a investigação nesta área já decorra há alguns anos, para conceitos que envolvam produtos cerâmicos planos ou curvos, ainda não existem tecnologias suficientemente maduras para a difusão no mercado. É neste contexto que surgiu o projeto Solar Tiles<sup>11</sup>. Este pretende contribuir para um novo tipo de arquitetura de edifícios, que inclua o ecodesign, fachadas e coberturas de edifícios baseados em materiais cerâmicos fotovoltaicos, numa perspetiva de novos produtos cerâmicos multifuncionais, em que se conjugam as funções estéticas (de um revestimento comum), com as funções técnicas de produção de energia, por forma a promover a sustentabilidade na construção (Press Release Solar Tiles). Este projeto consistiu no desenvolvimento de protótipos funcionais à escala laboratorial de produtos cerâmicos fotovoltaicos integrados que incorporem, de raiz e por deposição, filmes finos fotovoltaicos (Francisco, 2008).

## 4 - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Ao longo deste artigo foram apresentadas estratégias e medidas de ecodesign que permitem aumentar a eficiência energética dos produtos cerâmicos e/ou dos sistemas em que estão inseridos, em diferentes fases do ciclo de vida.

Sendo uma temática emergente no setor, os exemplos apresentados representarão apenas os primeiros passos a nível do ecodesign na cerâmica. O aspeto particular da eficiência energética (e da redução da emissões de CO<sub>2</sub>) tem sido abordado sobretudo a nível de alterações no processo fabril, através da utilização de fornos mais eficientes e que utilizam combustíveis menos poluentes, bem como de medidas de recuperação do calor dos fornos para o processo de secagem.

No entanto, foi possível mostrar que existe um potencial de melhorias e mesmo de inovação a explorar, a nível dos diferentes subsectores, sendo que a cerâmica de estrutural, os pavimentos e os revestimentos podem desempenhar um papel muito importante na sustentabilidade da construção e no aumento da competitividade das empresas que melhor sejam capazes de responder às crescentes exigências de projetistas, arquitetos e promotores, no atual quadro legal de melhoria da eficiência energética dos edifícios.

De acordo com o Plano Estratégico para o sector da cerâmica em Portugal, a interação entre a componente de design e a de desenvolvimento tecnológico é crucial para a competitividade do sector, que enfrenta uma crise grave, não só pelo acentuado decréscimo da atividade de construção, mas também pela forte concorrência de produtos provenientes de países asiáticos que competem com base no preço (APICER e SPI, 2009). Algumas das medidas aqui propostas são bom exemplo dessa interação e extravasam o estrito domínio do design e desenvolvimento de produtos; se é verdade que este processo é sempre desejavelmente multidisciplinar, as soluções mais tecnológicas ou mais integradas requerem de forma ainda mais evidente a colaboração de várias disciplinas. O papel do designer, enquanto elemento criativo orientado para a função do produto e para a satisfação de necessidades do utilizador (atuais e tendências), não deixa de forma alguma de ser importante.

Um outro aspeto que não pode ser negligenciado é o dos potenciais conflitos ambientais (e económicos e técnicos) que podem surgir quando as estratégias e critérios ambientais apresentados neste artigo são tomados em consideração no processo de design. Para usar um exemplo já referido, há que ponderar os impactes ambientais associados aos aditivos que visam a redução do tempo e/ou temperatura de cozedura da pasta face à redução do consumo de energia. Antes da implementação, as medidas de ecodesign devem ser avaliadas do ponto de vista ambiental, económico e técnico, e terão de ser feitos compromissos tendo em mente a estratégia da empresa e os fatores de motivação para o ecodesign. Muitas vezes, é possível realizar, sem grandes custos, estimativas aproximadas no que diz respeito aos fluxos de energia e materiais, fornecendo informações suficientes se encontrar o ponto ótimo do ponto de vista ambiental; no entanto, para uma avaliação rigorosa terá de se efetuar uma avaliação quantitativa do ciclo de vida. O objetivo, entretanto, não deve ser encontrar o menor denominador comum em termos ambientais, mas sim de desenvolver inovações que permitam a resolução total dos conflitos. As soluções de compromisso apresentam geralmente a segunda melhor solução, enquanto as inovações, por outro lado, apresentam soluções abrangentes, atuando ao nível do ciclo de vida dos produtos e podem fornecer uma resolução completa dos conflitos de critérios ou soluções.

Do ponto de vista da contribuição efetiva para o aumento da eficiência energética e da adoção alargada por parte das empresas, é necessário proceder a quantificações rigorosas das poupanças que as diferentes tipologias de medidas apresentadas permitem obter. Esta é uma importante lacuna de informação que foi identificada ao longo deste trabalho. Apesar da pesquisa bibliográfica e do contacto com os responsáveis por alguns dos projetos aqui citados, foi possível avançar apenas com algumas estimativas de poupança de energia, que, embora interessantes, carecem de um estudo mais aprofundado. Noutros casos, os dados que existem refletem a situação particular de uma empresa ou de um produto, e são necessários mais projetos para se obter informação significativa e sistematizada que suporte efetivamente as empresas e as equipas de design e desenvolvimento de produto na sua tomada de decisão.

<sup>11</sup> Consórcio: Revigrés, Dominó, Coelho da Silva, De Viris - *Natura e Ambiente*, CTCV - Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, CFUM - Centro de Física da Universidade do Minho, CENIMAT - Centro de Investigação em Materiais da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e ADENE - Agência para a Energia.



## AGRADECIMENTOS

Uma nota de reconhecimento a toda a equipa do projeto InEDIC, em especial ao Designer David Camocho, do LNEG, à Eng. Marisa Almeida, do CTCV, e às Engs. Maria Helena Arroz e Manuela Baroso, do CENCAL.

## BIBLIOGRAFIA

APICER; SPI. 2009. Plano Estratégico para o Sector da Cerâmica em Portugal: Relatório Final. Setembro.

Behrendt, S, Jasch, C. (Editores). 1997. Life Cycle Design: A Manual for Small and Medium-Sized Enterprises. Springer Verlag.

Bremner, F. Intelligent tiles. An innovation in tile technology. Issue 50, tiletoday.com.au. Disponível em <http://www.infotile.com/pdfFile/advicetopic/34201024240.pdf>. Acedido em 13 de Junho de 2011.

Brezet, J.C.; van Hemel, C. 1997. Ecodesign: a Promising Approach to Sustainable Production and Consumption. Delft University of Technology /UNEP.

Comissão Europeia, 2006. Prevenção e Controlo Integrados da Poluição. Documento de Referência sobre as Melhores Técnicas Disponíveis na Indústria Cerâmica. Direcção-Geral JRC Centro de Investigação Conjunta. Instituto de Estudos e Tecnologia Prospectiva. Dezembro.

Decreto-Lei n. 80/2006, Diário da República, 1ª série, N.º 74 de 15 de Abril de 2006, que estabelece o novo Regulamento das características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Decreto-Lei n.º 71/2008, Diário da República, 1ª série, N.º 74 de 15 de Abril de 2008, que estabelece o sistema de gestão do consumo de energia por empresas e instalações consumidoras intensivas (SGCIE).

Dias, A.B. 2008. Novos materiais cerâmicos e a sua importância no desempenho energético dos edifícios. Projecto C-Bloco. Comunicação oral realizada no INETI a 20 de Novembro de 2008. Lisboa.

Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos.

Directiva n.º 2009/125/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de Outubro, relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concepção ecológica dos produtos relacionados com o consumo de energia (reformulação).

Francisco, V. 2008. Projecto Solar Tiles. Desenvolvimento de Sistemas Solares Fotovoltaicos em Coberturas e Revestimentos Cerâmicos. Comunicação oral realizada no CTCV a 9 de Julho de 2008. [http://www.solar-tiles.eu/PDF/apresentacao\\_Solar\\_Tiles\\_Media.pdf](http://www.solar-tiles.eu/PDF/apresentacao_Solar_Tiles_Media.pdf). Acedido em 9 de Junho de 2011.

Frazão, R.; Peneda, C.; Fernandes, R. 2006. Adoptar a Perspectiva de Ciclo de Vida, Incentivar a Competitividade Sustentável das Empresas. INETI, Lisboa.

Manual de Ecodesign InEDIC, 2011 (versão draft). Manual desenvolvido pelo consórcio do projecto InEDIC e coordenado pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Produção-Consumo Sustentável. Versão draft para teste nas empresas. Lisboa.

Press Release Solar Tiles, <http://www.arauto.uminho.pt/pessoas/vteixeira/solartiles.htm>. Acedido em 13 de Junho de 2011.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, Diário da República, 1ª série, N.º 97, 20 de Maio de 2008, que aprova o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE).

Rocha, C.; Celades, I.; Dosdá, T.R.; Camocho, D.; Bajouco, S.; Arroz, M.H.; Baroso, M.; Brarens, I.; Grais, P.G.; Almeida, M.; Francisco, V.; Frade, J.; Carradas, F.; Zugasti, I.; Eguskizaga, X.; Aravossis, K.; Somakos, L. 2010. Innovation and Ecodesign in Ceramic Industry. An Overview of Knowledge Needs in Portugal, Spain and Greece. Proceedings da conferência "Sustainability in Design: Now!". Projecto LeNS. Bangalore, de 29 de Setembro a 1 de Outubro.

Roozenburg, N.F.M.; Eekels, J. 1995. Product Design, Fundamentals and Methods, Wiley, Chichester, UK.

Serrano, A.; Dias, A.B.; Cunha, F.; Trindade, L.; Santos, J.V. 2009. Manual de Boas Práticas na Utilização Racional de Energia e Energias Renováveis. Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica e Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro. Dezembro.

Takada, J.; Ito, Y.; Yoshikawa, K.; Ishida, H. 1999. EcoDesign for Ceramic Tiles and Sanitary Ware. First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, pp.131.

Tischner, U. Schmincke, E., Rubik, F., Prösler, M. 2000 How to Ecodesign? A guide for environmental and economically sound Design. German Federal Environmental Agency, Berlím.

van Boeijen, A.; Daalhuizen, J. (eds.)2010. Delft Design Guide. Faculteit Industrieel Ontwerpen, Delft.

## SITES CONSULTADOS

[WWW.ADENE.PT](http://WWW.ADENE.PT)

[WWW.CTCV.PT](http://WWW.CTCV.PT)



**fibran<sup>®</sup>XPS**  
[www.fibran.com.pt](http://www.fibran.com.pt)